

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV RADIOELEKTRONIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF RADIO ELECTRONICS

ŘÍDICÍ SYSTÉM PRO LASEROVOU HERNÍ ZBRAŇ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

MARTIN SVOZIL

BRNO 2013



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH
TECHNologiÍ**
ÚSTAV RADIOELEKTRONIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF RADIO ELECTRONICS

ŘÍDICÍ SYSTÉM PRO LASEROVOU HERNÍ ZBRAŇ

CONTROL SYSTEM FOR LASERTAG WEAPON

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

MARTIN SVOZIL

VEDOUcí PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Ing. JIŘÍ ŠEBESTA, Ph.D.

BRNO 2013



VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

Ústav radioelektroniky

Bakalářská práce

bakalářský studijní obor
Elektronika a sdělovací technika

Student: Martin Svozil

ID: 140255

Ročník: 3

Akademický rok: 2012/2013

NÁZEV TÉMATU:

Řídicí systém pro laserovou herní zbraň

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Seznamte se s principem her na bázi lasertag, systémem určeným pro instalaci na hráči a dohledovým subsystémem. Provedte rozbor řídicího systému s mikrokontrolérem pro laserovou zbraň pro hru lasertag. Uvažujte rovněž pomocné jednotky v hráčské vestě a řešení jejich vhodné komunikace s řídicím systémem. Pro bezdrátovou komunikaci s dohledovým subsystémem uvažujte použití WiFi. Navrhněte kompletní schéma řídicí jednotky zbraně a pomocných modulů vesty. Navrhněte desky plošných spojů a osadte je. Sestavte základní kostru firmware pro řídicí procesor centrální jednotky zbraně a odlaďte její stěžejní funkce (komunikace WiFi, komunikace s pomocnými jednotkami, ovládání displeje a základních periférií).

DOPORUČENÁ LITERATURA:

[1] FRÝZA, T. Mikroprocesorová technika. Elektronické skriptum. Brno: FEKT, VUT v Brně, 2008.

[2] SOLTERO, M., ZHANG, J., COCKRIL, C. RS-422 and RS-485 Standards Overview and System Configurations. Texas Instruments, 2010 - [cit. 16.12.2011]. Dostupné na [www: http://www.ti.com/lit/an/slla070d/slla070d.pdf](http://www.ti.com/lit/an/slla070d/slla070d.pdf)

Termín zadání: 11.2.2013

Termín odevzdání: 31.5.2013

Vedoucí práce: doc. Ing. Jiří Šebesta, Ph.D.

Konzultanti bakalářské práce:

prof. Dr. Ing. Zbyněk Raida

Předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá návrhem zařízení pro lasertag. Návrh je řešen ve spolupráci s dalšími spolupracovníky na projektu. Tato práce je zaměřena na zbraňovou jednotku a její součásti. Celý systém bude realizován pomocí mikrokontroléru, který následovně ovládá celé zařízení i jeho komponenty. Práce by měla být realizována a odzkoušena až v bakalářské práci.

KLÍČOVÁ SLOVA

Wifi (komunikační standart pro bezdrátový přenos dat), IIRA , Laser (Zesilovač světla stimulovanou emisí záření), RS854, AP (přístupový bod), Cadsoft Eagle

ABSTRACT

This thesis describes the design of equipment for Lasertag. The proposal is designed in cooperation with other collaborators on the project. This work is focused on gun unit and its components. The whole system will be implemented using the microcontroller, which subsequently controls the entire system with its components. The work should be implemented and tested to the thesis.

KEYWORDS

Wifi (Wireless Fidelity), IIRA , Laser (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation), RS854, Ap (Access point), Cadsoft Eagle.

SVOZIL, Martin *Řídicí systém pro laserovou herní zbraň*: bakalářská práce. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav radioelektroniky, 2012. 50 s. Vedoucí práce byl doc. Ing. Jiří Šebesta, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma „Řídicí systém pro laserovou herní zbraň“ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této bakalářské práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a/nebo majetkových a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

Brno

.....

(podpis autora)

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Jiřímu Šebestovi, Ph.D. za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé bakalářské práce. Také bych chtěl poděkovat Ing. Aleši Povalačovi za konzultace a odborné řešení problému v bakalářské práci.

Brno

.....

(podpis autora)

OBSAH

Úvod	10
1 Teoretický rozbor a požadavky	11
1.1 Úvod	11
1.2 Základní deska	11
1.3 Zvukové efekty	11
1.4 Display	11
1.5 Wifi komunikace	11
2 Funkce a návrh zařízení pro Lasertag	12
2.1 Funkce zbraně	12
2.2 Detekce záření	13
2.3 Komunikační zařízení	13
3 Návrh zbranové jednotky	15
3.1 Napájení zařízení	16
3.2 Zobrazovací display	17
3.3 Kontrolní LED diody	18
3.4 Wifi modul	18
3.5 Anténa	20
3.6 Sériový přenos RS485	21
3.7 Moduly	23
3.7.1 Vibrace zbraně	23
3.7.2 Spoušť zbraně	23
4 Ozvučování systému	24
4.1 Návrh zapojení	26
4.1.1 Nastavení PWM (Pulzní šířková modulace)	26
4.1.2 Záznam zvukových efektu	28
4.1.3 Návrh a zapojení předzesilovače	28
4.1.4 Reproductory	29
4.2 Realizovaný zvukový modul	30
5 Kapacitní spínač	32
5.1 Senzor přiblížení	33
5.2 Realizovaný kapacitní spínač	34
6 Závěr	35

Literatura	36
Seznam symbolů, veličin a zkratk	38
Seznam příloh	39
A Příloha	40
A.1 Schéma zvukový modul	40
A.2 Deska plošného spoje zvukový modul - bottom	41
A.3 Deska plošného spoje zvukový modul - top	41
A.4 Deska plošného spoje osazení součástek	42
B Příloha	43
B.1 Schéma kapacitní spínač	43
B.2 Deska plošného spoje kapacitní spínač	44
B.3 Deska plošného spoje osazení součástek	44
C Příloha	45
C.1 Schéma zbraňové jednotky	45
D Příloha	46
D.1 Nastavení PWM program Atmel Studio	46
D.2 Seznam součástek	47

SEZNAM OBRÁZKŮ

2.1	Blokové schéma	12
2.2	Blokové schéma	14
3.1	Blokové schéma zbraňové jednotky s bezdrátovým modulem	15
3.2	Zapojení integrovaného obvodu LM2853 převzato z [6].	16
3.3	Simulace návrhu měniče napětí $U_{in} = 5 V$ na $U_{out} = 3.3 V$ [6].	17
3.4	Breakout board Nokia 6100 převzato z [9].	18
3.5	Wifi modul WizFi220 převzato z [5].	19
3.6	Externí anténa pro pásmo 2.4GHz převzato z [10].	21
3.7	Topologie RS485 převzato z [12].	22
3.8	Zapojení logického obvodu 75LBC176.	22
3.9	Použitá spoušť zbraně pro střelbu ve výřezu	23
4.1	Blokové schéma propojení pro komunikaci se zvukovými moduly při přijímání bezdrátových informací z databázového serveru do zbraňové jednotky	24
4.2	Schéma zapojení 5. řádu dolní propustí Chebyshev s připojením roz- hraním pro mikrofon převzato z [8].	25
4.3	Blokové schéma zvukového modulu.	26
4.4	Generování PWM signálu(Vstupní signál, generovaný pilový signál, PWM signál).	27
4.5	Zapojení předzesilovače třídy D, převzato z [7].	28
4.6	Reproduktor K50WP od Visator, převzato z [14].	29
4.7	Realizovaný zvukový modul v zapojení.	30
4.8	Struktura paměti AT45DB081D.	31
5.1	Blokové schéma kapacitního senzoru	32
5.2	Blokové schéma senzoru přiblížení[15]	33
5.3	Realizovaný kapacitní spínač v zapojení.	34
A.1	Schématické zapojení zvukového modulu	40
A.2	Rozměr desky 62 x 53 [mm], Měřítko M=1.5:1	41
A.3	Rozměr desky 62 x 53 [mm], Měřítko M=1.5:1	41
A.4	Zvukový modul osazení, měřítko M=2.5:1	42
B.1	Schématické zapojení kapacitního spínače	43
B.2	Rozměr desky 42 x 29 [mm], měřítko M=2:1	44
B.3	Kapacitní spínač osazení, měřítko M=2:1	44
C.1	Zbraňová jednotka	45
D.1	Inicializace PWM	46

SEZNAM TABULEK

3.1	Parametry wifi modulu WizFi 220 [5].	20
4.1	Parametry reproduktoru K50WP, převzato z [14].	30
D.1	Seznam součástí zbraňová deska	47
D.2	Seznam součástí zbraňová deska	48
D.3	Seznam součástí zvukový modul	48
D.4	Seznam součástí zvukový modul	49
D.5	Seznam součástí zvukový modul	50
D.6	Seznam součástí Kapacitní spínač	50

ÚVOD

V problematice lasertag, se jedná o zpracování informací, zápise a jejich samostatný průběh, jak jednotlivců, tak skupiny. Lasertag se stává více populárním, a tato příčina má za důvod, vylepšování jak zařízení tak softwaru. Pro vylepšování zařízení a nové návrhy je potřebné, modernizovat a konstruovat nové zařízení, podle potřeby hry.

Bakalářská práce je zadána pro lasertag games, který bude navržen a odzkoušen VUT. Zadání bakalářské práce se skládá z návrhu bezdrátové komunikace, zbraňové jednotky a jednotlivými moduly. Celý projev návrhu pro lasertag byl navrhnut pro skupinu studentů a zaměstnanců VUT. Tato práce byla zaměřena na zpracování okruhu zaměřením na modul, zbraňové jednotky lasertag a zvukového modulu.

Při návrhu plošné desky se navrhne rozložení a systematika propojení jednotlivých částí zařízení. Důležité bude vytvořit vhodné rozložení a zpevnění spojů, kvůli velké mechanické zátěži zařízení. Dále optimální rozložení jednotlivých částí zařízení.

Cílem semestrální práce je návrh modulů a desky plošných spojů. Pro použití v lasertag.

1 TEORETICKÝ ROZBOR A POŽADAVKY

1.1 Úvod

Navržené požadavky na výsledné zařízení byly diskutovány. Jednotlivé okruhy zařízení jsou obsaženy v jednotlivých kategoriích.

1.2 Základní deska

Základní deska bude obsažena, ve zbraňové jednotce zařízení. Základní deska obsahuje, všechny řídicí prvky zařízení a jejich obsluhu. Dále musí být navržena pro velké mechanické namáhání. Ovládání celého systému by mělo být prováděno bezdrátově, k usnadnění obsluhy. Na základní desce má být přiveden prvek spoušť zbraně. Dále zde byl požadavek na vyřešení situace pro potvrzení, že hráč drží zbraň ve dvou rukách. Pro dodržování pravidel her lasertag.

1.3 Zvukové efekty

Zvukové zařízení systému, má obsahovat více zvukových signálů, pro jednotlivé situace. Celé zařízení má obsahovat tři reproduktory. Pomocí softwaru vytváření a manipulaci se zvukovými efekty.

1.4 Display

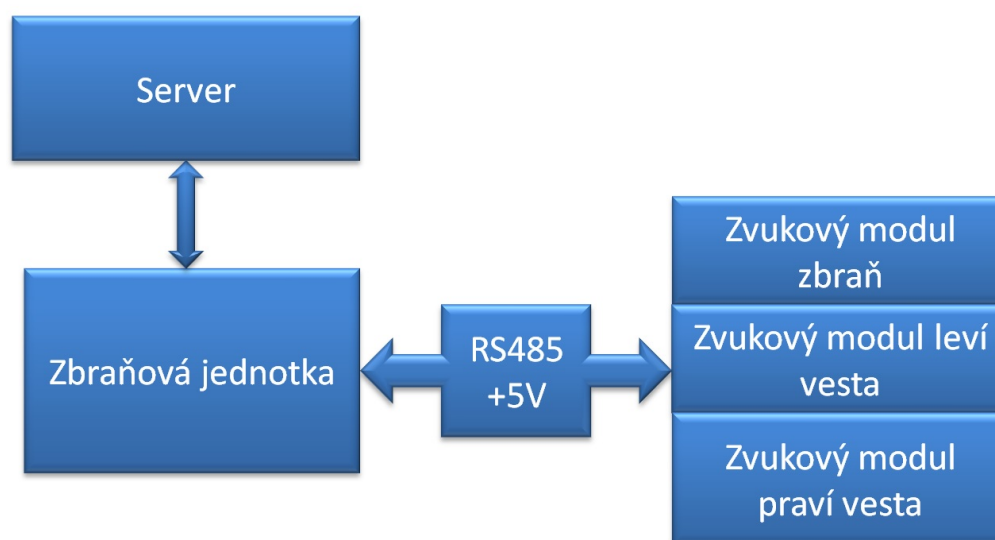
Display je grafický s více informacemi o databázových informacích o hře (skóre hráče, družstvo, informace o hře). Bylo navrženo použít Oled display, kvůli lepší mechanické odolnosti a životnosti.

1.5 Wifi komunikace

Pro návrh bezdrátové sítě v aréně, byl použit wifi modul, což značně zjednoduší celý bezdrátový přenos hracího pole pro lasetag.

2 FUNKCE A NÁVRH ZAŘÍZENÍ PRO LASER-TAG

Lasertag jsou hry založeny na použití laser zářiče a detekci IIRA záření. Principiálně se jedná o populární hru, ve které se používá zbraňové jednotka vydávající záření, toto záření se skládá ze dvou zářičů a to IIRA a laser. Druhá část zařízení detekuje IIRA záření. Návrhem této práce je částečné navržení a pozdější odzkoušení zařízení. Celý návrh této práce se skládá ze zbraňové jednotky a zvukového zařízení. Navržené zařízení bude později odzkoušeno a vyhodnocena jeho funkčnost. Celý projekt je rozložen do pracovních skupin. Tento projekt je zaměřen na návrh zbraňové jednotky, jednotlivých modulů a zvukového modulu.



Obr. 2.1: Blokové schéma

Dle blokového schématu v obr 2.1 je zřejmé, že komunikace mezi zbraňovou jednotkou (hlavní plošná deska) a zvukovými moduly je pomocí sériové komunikace, to přesněji typu RS485. Komunikace mezi zbraňovou jednotkou a serverem databáze je bezdrátově. Komunikace mezi mikrokontrolérem a serverem je prováděna pomocí wifi komunikace.

2.1 Funkce zbraně

Princip zbraně je založen na více prvcích. Celý systém je ovládán mikrokontrolérem, který ovládá celý systém. Zbraň je složena ze spouště, která odešle informaci o stisk-

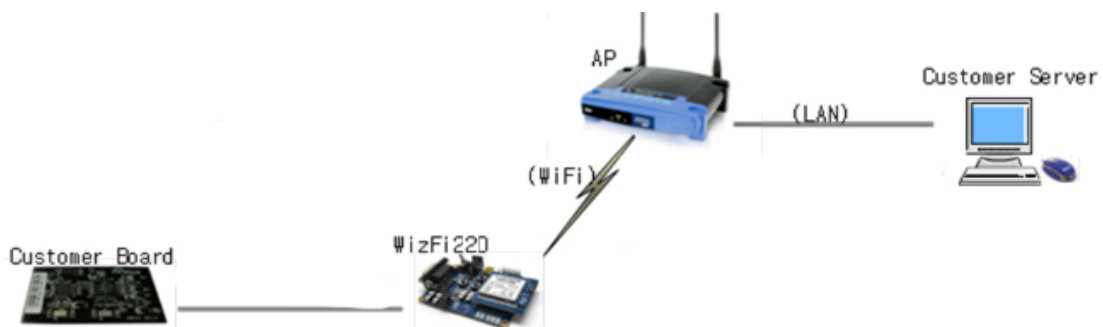
nutí spouště do mikrokontroléru, ten tuto informaci vyhodnotí a spustí jednotlivé operace. Zkontroluje, zda je sepnut kapacitní spínač umístěn na spodní straně zbraňové jednotky. Pokud nebude kapacitní spínač aktivní (senzor přiblížení AD7510[15] nebude detekovat druhou ruku). Nebude zbraň reagovat na sepnutí spouště. Pokud bude kapacitní spínač aktivní, spustí záření z optické části zbraně (laser a IIRA záření). Vyšle instrukce k modulu zvuku, který je umístěn na zbraňové jednotce, aby spustil zvukový efekt, a spustí vibrační motorek umístěn u spouště zbraně. V případě zásahu byl měl systém informovat hráče i zasaženého o zásahu.

2.2 Detekce záření

Na detekci záření jsou umístěny na vestě a zbrani IIRA detektory. Které detekují vyzáření IIRA signál ze zbraňové jednotky. Při zaznamenání IIRA záření je odeslána na mikrokontrolér informace o zásahu. Mikrokontrolér odešle informaci o zásahu přes wifi modul do serveru, který tento záznam vyhodnotí a zapíše údaje do databáze. Odešle odpověď mikrokontroléru na zásah jak střelcovi tak zasaženému. A jednotlivé informace o zásahu zobrazí na display. Mikrokontrolér pouze vykonává instrukce odeslané ze serveru, pro zjednodušení systému. Tímto principem je možné eliminovat většinu možných chyb, vzniklých při samostatné práci mikrokontroléru a částečném zasahování databáze ze serveru. Zvýší se vytíženost wifi komunikace v systému.

2.3 Komunikační zařízení

Komunikace mezi celým systémem je pomocí bezdrátové komunikace. Komunikační návrh je řešen pomocí WizFi220 jako modul bezdrátové komunikace se sítí přes AP, které je připojené k dohlížejšímu serveru, který zaznamenává a odesílá údaje o průběhu zápasu. Tento proces komunikace je oboustranný. Wifi komunikace je prováděna na 2,4 GHz pomocí wifi modulu WIZFI220 [5] s externí anténou, toto zařízení je uloženo v zbraňové jednotce. Po návrhu komunikace byl vytvořen model na komunikaci. Pomocí blokového schéma 2.2 je zobrazen návrh komunikace sítě.

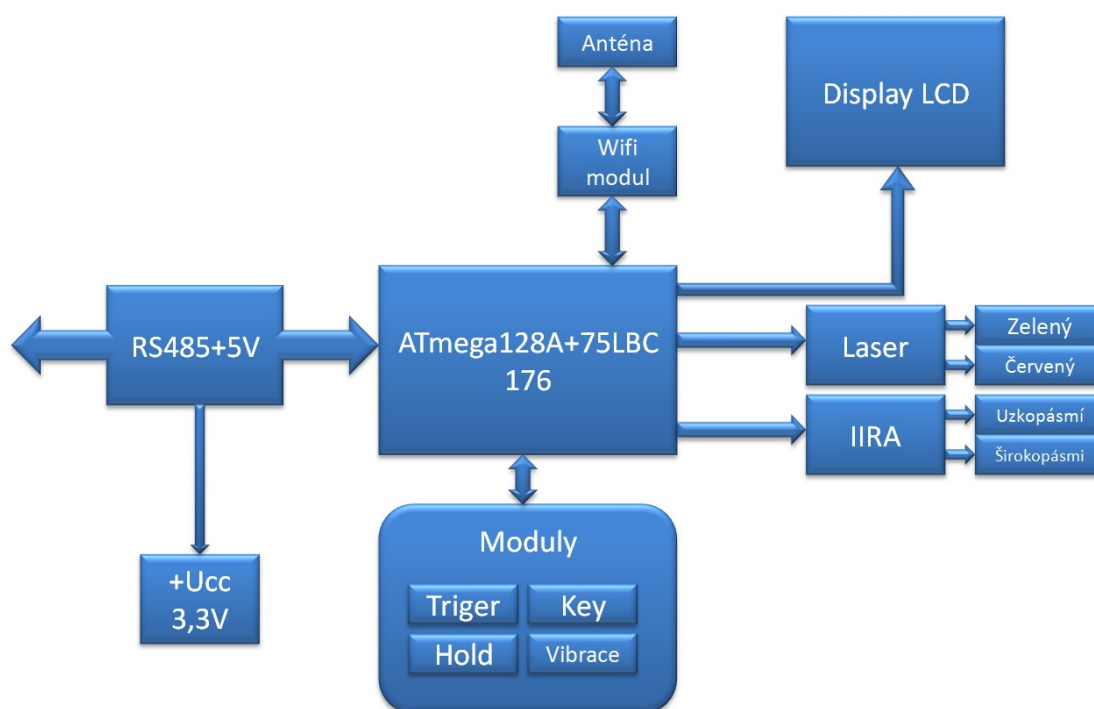


Obr. 2.2: Blokové schéma

Tento návrh by měl být vyzkoušen a zhodnocena jeho funkčnost v hrací aréně. Jeho kvalitu a spolehlivost bude potřeba odzkoušet při jeho provozu, zda nedochází ke ztrátě komunikace, případně upravit návrh. Pro ošetření chyb vzniklých z důvodu nefunkčnosti komunikace, musí být systém ošetřen krátkodobou pamětí která bude zaznamenávat informace o průběhu. Tento záznam bude prováděn do doby navázání komunikace.

3 NÁVRH ZBRAŇOVÉ JEDNOTKY

Návrh zbraňové jednotky je realizován za pomoci mikrokontrolérů ATmega128A [11], tento mikrokontrolér byl zvolen, kvůli dobré dostupnosti a vyhovujícím parametrům pro návrh. Tento mikrokontrolér ATmega128A[11] od společnosti Atmel je jeden z nejvýkonnějších zástupců řady ATmega RISC mikrokontrolérů, dostupných v současné době na trhu. Obvod kombinuje 128 kB programové paměti Flash s podporou až 10.000 cyklů smazání a zápisu, což je zcela dostačující pro návrh projektu. Také obsahuje paměť SRAM 4 kB, rovněž 4kB EEPROM, tyto paměti budou možná využité pro dočasné ukládání dat, pokud by nebylo možné komunikovat s databázovým serverem. Tento návrh nemusí být realizován, nejprve bude potřeba odzkoušet prototyp, potřebné parametry splňuje však dostatečně.



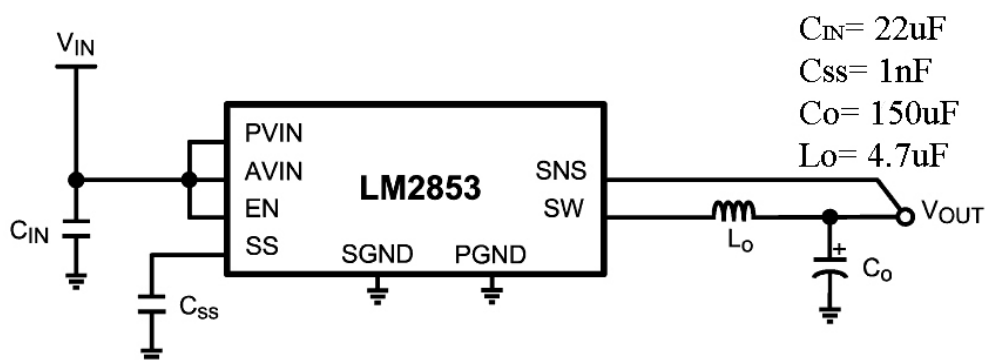
Obr. 3.1: Blokové schéma zbraňové jednotky s bezdrátovým modulem

Velmi důležitým parametrem je rozhraní v podobě dvou USARTů. Které jsou stěžejní v návrhu. Tyto rozhraní jsou potřebné pro sériovou komunikaci. V tomto projektu jsou tyto rozhraní potřebné ke komunikaci s wifi modulem (WizFi220 [5]) a sériovým přenosem přes RS485 (za použití obvodu SN75LBC176 [3]). Rovněž stojí za zmínku integrovaný 8-kanálový, 10-bitový A/D převodník s podporou diferenciálních vstupů s programovatelným vstupním zesilovačem a až 77 kS/s. Využité také budou I/O (vstupní/ výstupní) piny na které budou připojeny moduly a to jak na základní

desce tak při použití konektorů. Na použití konektorů bude využíván grafický display LCD a také některé moduly. Deska může obsahovat nebo k ní mohou být připojeny moduly - spoušť, vibrace, kapacitní spínač. Dle potřeby budou přidány nevyužité konektory k možnému přidání dalších modulů. Při návrhu desky je vytvořeno čtyř samostatných vývodu na konektory. Vývody obsahují dva I/O piny s napájecími vodiči ($+3.3V$ a GND). Návrh také obsahuje připojení IIRA a Laser zářičů.

3.1 Napájení zařízení

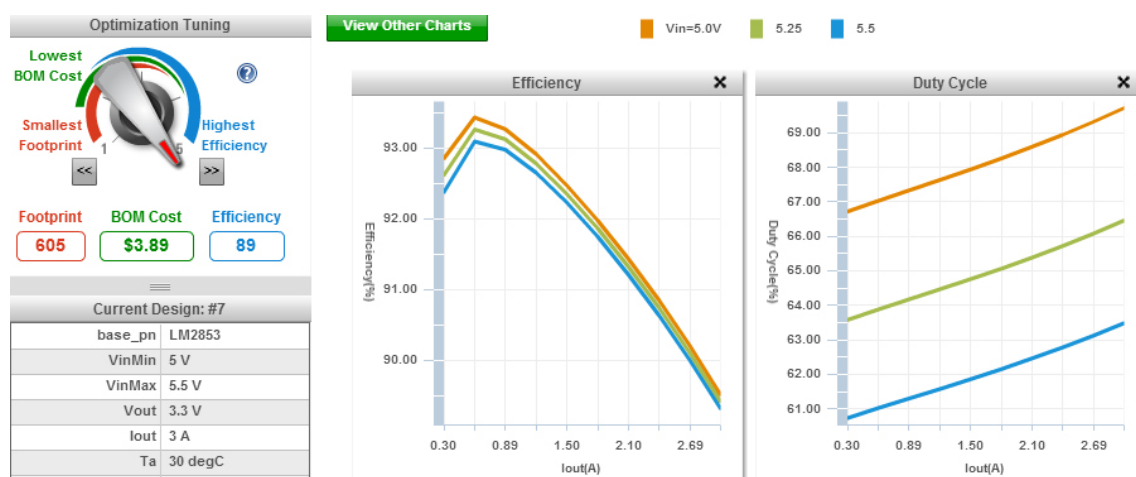
Pro napájení různých částí zařízení bylo potřeba vytvořit návrh napájení pro jednotlivé části obvodu. V návrhu jsou používány dvě úrovně napětí $U_{cc} = 5V$ a $3.3V$. Napájení je poskytováno z baterie umístěné ve vestě, pro návrh byl udán požadavek možnost funkčnosti zařízení až na dvacet hodin. Tento problém řeší baterie a jejich parametry, v projektu se tato problematika neřeší, je obsažena v jiném projektu. Z RS485[3] je také přívod $5V$, který je dále používán na zařízení, pro potřebu další úrovně napětí kromě $5V$ se používá step-down (měnič napětí) a to přesněji obvod LM2853 [6], ze kterého je výstupní napětí $3.3V$. Maximální zatěžovací proud je $3A$, tento obvod je velice dostačující pro potřebné napájení zařízení. Při návrhu obvodu se využilo typické zapojení obvodu od výrobce. Při použití LM2853[6], by obvod měl být dostačující, pro potřeby napájení LCD displeje a modulu WizFi220[5], tyto mají největší proudovou spotřebu. Dle odzkoušení zařízení v pracovním stavu, se bude možná muset pozměnit baterie, aby měly dostačující kapacitu, pro možnost nepřetržitého používání po dobu 20 hodin.



Obr. 3.2: Zapojení integrovaného obvodu LM2853 převzato z [6].

Na obrázku 3.2 je zapojení od výrobce s hodnotami pro součástky. Toto zapojení je specifikováno s hodnoty, pro $U_{in} = 5V$ a $U_{out} = 3.3V$. Tento obvod byl simulován

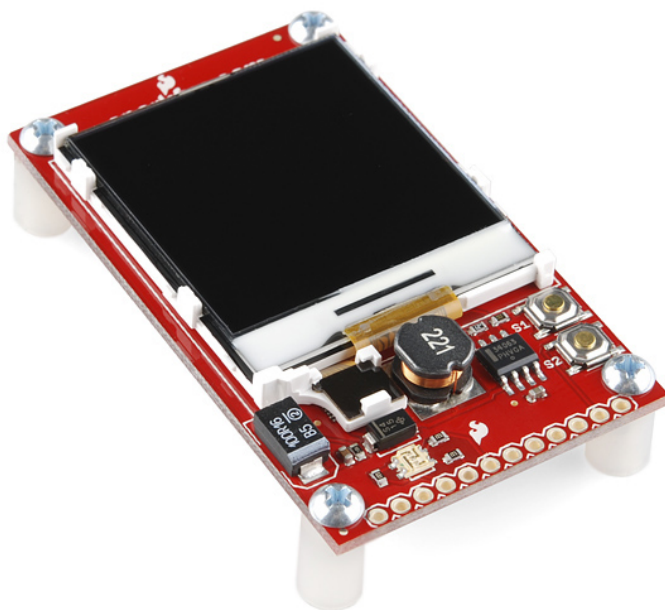
programem od TEXAS INSTRUMENTS [6]. Obvod byl simulován pro použití v návrhu obvodu s vstupním napětím $U_{in} = 5\text{ V}$ a výstupním napětím $U_{out} = 3.3\text{ V}$, celé simulování obvodu je v příloze projektu. V obrázku 3.3 je zobrazena účinnost zatěžovacího proudu pro $U_{out} = 3.3\text{ V}$. Simulační program je možno využívat pro návrhy jednotlivých obvodu. Tento program poskytuje TEXAS INSTRUMENTS pro zákazníky.



Obr. 3.3: Simulace návrhu měniče napětí $U_{in} = 5\text{ V}$ na $U_{out} = 3.3\text{ V}$ [6].

3.2 Zobrazovací display

V návrhu byl použit grafický LCD display, pro lepší zobrazování informací o stavu a průběhu hry. V původním návrhu měl být použit Oled displej, pro lepší mechanické vlastnosti. Pro nedostatek vhodných Oled displejů, byl zvolen LCD display. Přesněji byl použit breakout board pro Nokia 6100 [9]. Tento display, je možno napájet $U_{in} = 3,3\text{ V}$, tento parametr vyhovuje požadavkům navrženého obvodu. Knihovny pro display jsou volně šiřitelné, display bude ovládán přes 12 pinový port. Na display je možno zobrazovat jakékoliv grafické obrazce či znaky, pomocí knihoven, hlavním prvkem zobrazování bude skóre hráče. Důležitou podmínkou je podsvícení displeje z důvodu tmavého provedení arény a celé její plochy. Podsvícení je důležité pro usnadnění čtení informací z displeje, během zápasu jednotlivých hráčů. Breakout board obsahuje na přední straně dvě tlačítka, kterými je možné softwarem přiřadit funkci. Při umístění na přední straně displeje jsou tlačítka dobře dostupná. Bude nutné přizpůsobit tělo zbraně k umístění a upevnění display pevně k tělu zbraně. Dle prvních předpokladu, budou vytvořeny nadstavby pro ovládání tlačítek.



Obr. 3.4: Breakout board Nokia 6100 převzato z [9].

3.3 Kontrolní LED diody

V obvodu jsou zapojeny čtyři kontrolní LED diody, které indikují jednotlivé stavy a procesy. Jsou složeny z LED diod v sérii s rezistorem o hodnotě $1\text{k}\Omega$ v zapojení se společnou anodou. Později mohou tyto diody být nahrazeny RGB diody, s možností připojení na tělo zbraně pro vytváření světelných efektů zbraně.

3.4 Wifi modul

Při návrhu a tvoření desky plošných spoje je třeba vytvořit knihovnu WizFi220 [5], tato součástka není v základních knihovnách Eagle, a výrobce nepodporuje tvoření knihoven pro své výrobky. Pro návrh obvodu WizFi220 [5] bylo využito zapojení poskytováno a doporučováno výrobcem. Jednotlivé knihovny a zapojení jsou uvedeny v příloze projektu. Jedná se o jednoduchý wifi modul, který je využíván jak pro průmyslové, tak i domácí použití. WizFi220 [5] je plně certifikovaný modul, nabízející rychlý a snadný způsob, jak k zařízení přidat Wi-Fi schopnosti, od společnosti WIZnet. Modul poskytuje sériové UART rozhraní, které umožňuje připojení k jakémukoliv vloženému designu využívající 8/16/32-bit mikrokontroléru [11] přes jed-

noduché příkazy. Modul podporuje přenosové rychlosti až do 11 Mbit a je v souladu se standardem 802.11b. WizFi220 [5] je připojené k mikrokontroléru přes rozhraní UART, se kterým komunikuje. Lze využít vnitřní zabudovanou anténu nebo připojit anténu k externímu konektoru. Umožňuje rozhraní I/O rozhraní SPI, UART, GPIO, I2C, ADC, JTAG. Má nízkou spotřebu díky dynamickému řízení spotřeby. Pro náročnost systému je potřeba využít externí anténu pro kmitočet $f = 2,4 \text{ GHz}$. Pro prototyp je nutné odzkoušet a případně vyměnit externí anténu, aby měla dostatečný zisk. A to z důvodu pokrytí hracího areálu.



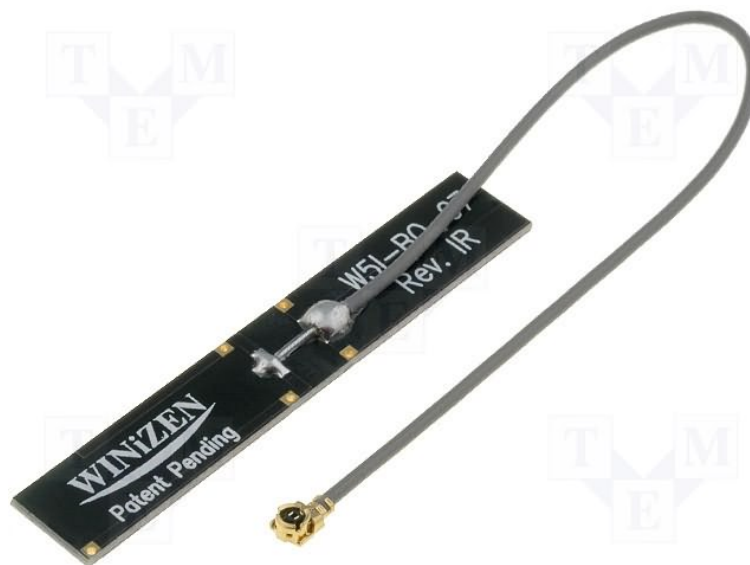
Obr. 3.5: Wifi modul WizFi220 převzato z [5].

Specifikace	Popis
Radio protokol	IEEE 802.11b/g kompatibilní
Podporované přenosové rychlosti	11, 5.5, 2, 1, Mbps (802.11 b)
Modulace	DSSS a CCK
Vysokofrekvenční provozní frekvence	2,4 - 2,497 GHz
Anténní možnosti	Zabudovaná anténa a U.FL konektor na externí anténu
Síťové protokoly	UDP, TCP/IP (IPv4), DHCP, ARP, DNS, HTTP/HTTPS klient a server
Výkonová spotřeba	Vyčkávací = 35,0 uA Přijímání = 125,0 mA Vysílání = 250,0 mA
Vysokofrekvenční výstupní výkon	$17 \pm 1,5$ dBm
Bezpečnostní protokoly	WEP, WPA/WPA2-PSK, Enterprise(EAP-Fast, EAP-TLS, EAP-TTLS, PEAP)
I/O rozhraní	UART, SPI, I2C, WAKE, ALARM, GPIOs
Napěťový zdroj	3,3 V
Rozměry	32 x 23,5 x 3 mm

Tab. 3.1: Parametry wifi modulu WizFi 220 [5].

3.5 Anténa

Při použití modulu WizFi220 [5] je potřeba ke zvýšení přijímaného a vysílaného signálu připojit externí anténu. Při výběru externí antény byl velmi malý sortiment zboží. Na návrh byla použita anténa MOLEX - 47950 - 2001[10] wifi anténa 9mm, o pracovní frekvenci $f = 2,4$ GHz se ziskem 3,5 dB. Anténa s impedancí 50 Ω . Při zkoušení bezdrátové komunikace bude třeba odzkoušet tuto anténu, zda má dostačující dosah, pro komunikaci s AP. V případě větší ochrany proti mechanickému poškození bude umístěna a zafixovaná ve zbraňové jednotce.



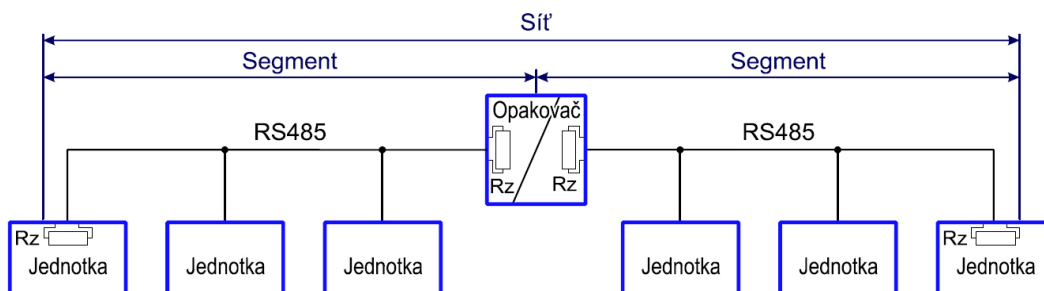
Obr. 3.6: Externí anténa pro pásmo 2.4GHz převzato z [10].

3.6 Sériový přenos RS485

Rozhraní RS 485 je navrženo na vytvoření dvou vodičového poloduplexního vícebodového rozhraní při sériovém přenosu. Zakládá se na standartu RS232. Standard 485[12] má jiné napěťové úrovně, které umožňují maximální délku cca 1200 m. V rozhraní je možno použít maximálně 32 vysílačů a 32 přijímačů, které mezi sebou komunikují. Při použití opakováčů se může počet zařízení zvýšit. Maximální přenosová rychlost je nepřímo úměrná délce vedení. Přenosová rychlost u krátkých spojů (nepřesahující 10 m) je až 10 Mb/s [12]. Při komunikaci na vyšší vzdálenosti musí být na vedení v obou směrech zakončeno zakončovacími odpory neboli terminátory. Terminátor zabraňuje odrazům signálu od konců vedení, rovněž pomáhají zvýšit odolnost linky proti rušivým signálům. Terminátor by měl mít ideálně hodnotu 110 Ω , výsledná impedance linky je pak 55 Ω (paralelní zakončení obvodu 110 Ω ||110 Ω).

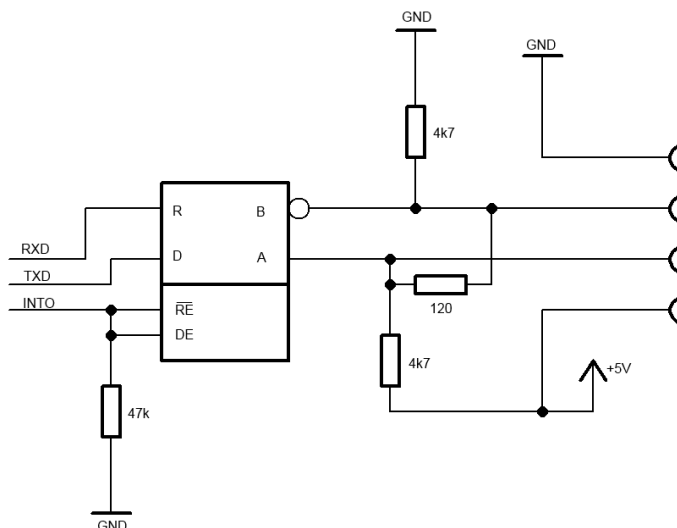
Pro rozhraní RS485 je možno použít více vodičového propojení jednotek. Dá se použít zapojení dvou až tří vodičové, nebo čtyř až pětivodičové. V návrhu projektu je použito dvou vodičové. RS485 [3] se podobně jako RS422[12] vyznačuje dvou vodičovým propojením jednotek. Tyto vodiče se označují písmeny *A* a *B*, někdy se používá označení „-“ a „+“. Když je klidový stav zařízení na vodiči *A* „-“ mělo být menší napětí než na vodiči *B* „+“. Funkčnost sběrnice je zaručena tím, že všechny přijímače i neaktivní vysílače se v nečinnosti musí nacházet ve vysoké impedanci. Ve sběrnici se při vysílání používá diferenciálního kódování dat – jedna polarita představuje logickou jedničku, obrácená polarita pak logickou nulu. Rozdíl mezi oběma napěťovými potenciály musí dosahovat hodnoty minimálně $\pm 0,2$ V, je to požado-

vaná citlivost přijímače. Typicky se však používají mnohem vyšší rozdíly, například 5 V, 7 V či 12 V.



Obr. 3.7: Topologie RS485 převzato z [12].

Přenos dat je prováděn pomocí 7 nebo 8 bitových rámců se start bitem, 1 nebo více stop bit a případně i paritním bitem. Start bit je reprezentován logickou nulou, stop bity a neaktivní stav logickou jedničkou. Na úrovni logických signálů je tedy způsob přenosu znaku stejný jako u linky RS232. Pro komunikaci na RS 485 je používán obvod 75LBC176 [15]. Obvod je zapojen na UART rozhraní, připojený na piny Tx a Rx. Na schématu zapojení 3.8 je logický obvod využíván k sériové komunikaci. Kdy tento prvek obvodu provádí komunikaci z RS485 k mikrokontroléru. Mezi vývody A a B je umístěn paralelní zakončovací impedance o hodnotě $R = 120 \Omega$.



Obr. 3.8: Zapojení logického obvodu 75LBC176.

3.7 Moduly

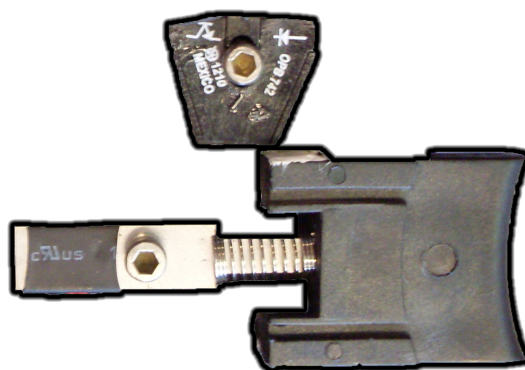
Ostatní moduly, které jsou připojeny k zbraňové jednotce.

3.7.1 Vibrace zbraně

Vibrace zbraně jsou zajištěny mikrovibračním motorem, který pomocí nevyvážené zátěži na hřídeli způsobuje vibrace. Motor, který je použit ve zbrani, je uložen v těle zbraně, (přesněji je umístěna v držadle zbraně aby vibrace byly co nejznatelnější). Tento motor se spínáním aktivuje a vytváří vibrace zbraně. Jedná se o jednoduchý motor s vibračním motorem, který je připojen přes tranzistor, kvůli dosažení maximálního výkonu, při přivedení I/O pinu na bázi NPN tranzistoru. K tomuto zapojení byl využit tranzistor BC817 [4], který je umístěn v SMD pouzdře a uložen na zbraňové jednotce. Výrobce zaručuje velkou životnost vibračního motoru [2]. Bude potřebné odzkoušet optimální umístění ve zbrani, pro dosažení co nejlepších výsledků. Mikrovibrační motorek bude mít velký podíl na dobu nabití baterie.

3.7.2 Spoušť zbraně

Spoušť zbraně je tvořena pohyblivým spínačem, který se posouvá ve vodorovné ose se snímačem, který vyhodnocuje zda byla spoušť stisknuta. Senzor snímá bílou destičku na konci spouště, pokud se spoušť dostane na potřebnou polohu snímače. Senzor vyhodnotí, že spoušť byla stisknuta a odešle informaci do Atmegy128. ATmega vyhodnotí spoušť jako sepnutou a dále kontroluje, zda je i nadále stisknutá. Důvodem je, že střelec může vypálit jednu ránu nebo držet spoušť a opakovaně střílet.

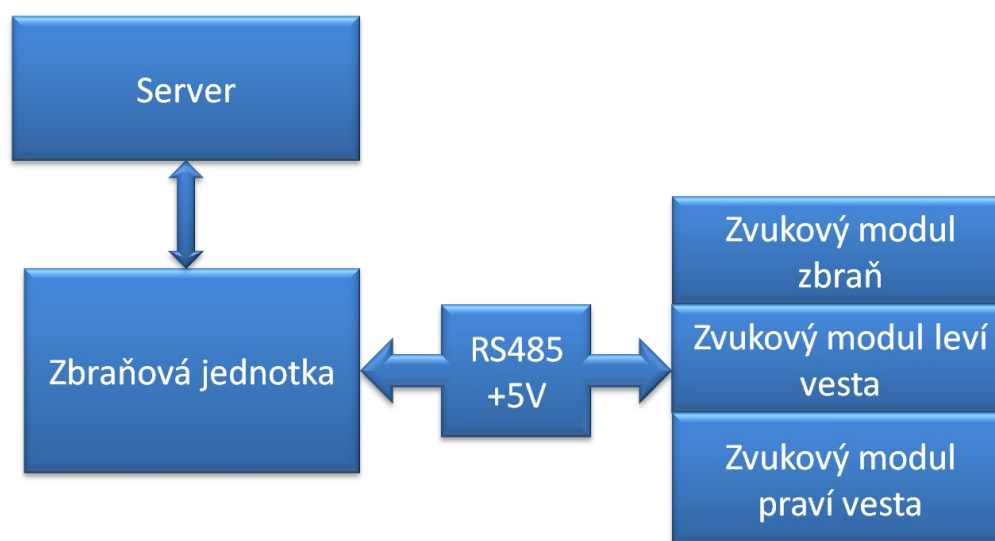


Obr. 3.9: Použitá spoušť zbraně pro střelbu ve výřezu

4 OZVUČOVÁNÍ SYSTÉMU

Zvukový systém je na samostatných deskách (zvukových modulech). Obvod byl navržen aby pracoval v RS485 [3] (sériovým přenosem typu RS485), kde kontroluje linku, zda pro něho není informace. Tento modul je v celkovém zapojení jako přijímač, kde dostává instrukce od vysílače. Po obdržení příslušných instrukcí předáváních přes RS485 [3] na vykonání zvukového efektu (spuštění jednotlivého zvukového záznamu). Blokové schéma 4.1 představuje návrh celé komunikace.

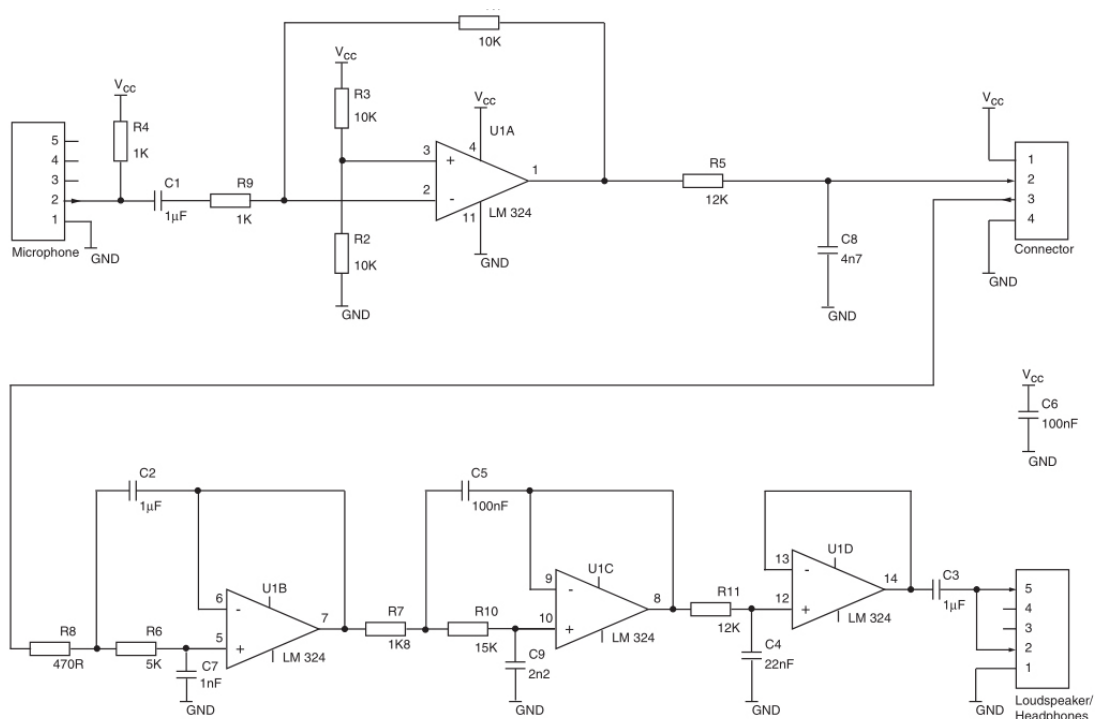
V projektu jsou tři zvukové moduly. Jeden je umístěn modul na zbrani, a dva moduly na vestě v úrovni ramen. Je zde zvukový modul zbraň, obsahuje záznamy zvuku pro střelbu, tyto zvukové záznamy se mohou měnit v závislosti na nastavení. Data Flash paměti budou obsahovat více zvukových záznamu střelby (např. zvuk střelby z brokovnice, střelby z pušky). Zvukové moduly na vestě jsou pro zvukové záznamy o hře, což může obsahovat zvukový záznam o zásahu jak střelce tak zasaženého, tak jednotlivé skoré, nebo zvukové efekty.



Obr. 4.1: Blokové schéma propojení pro komunikaci se zvukovými moduly při přijímání bezdrátových informací z databázového serveru do zbraňové jednotky

Zvukové záznamy jsou uloženy v DataFlash paměti AT45DB081D [8], která je na zvukovém modulu obvodu s pamětí o velikosti 8 Mbits, která by měla dostačovat pro všechny potřebné zvukové záznamy. V případě potřeby zvětšení paměťové kapacity, lze použít řadě DataFlash paměti AT45DBxxx. Pokud jsou v pouzdře SOIC8, jsou kompatibilní s ostatními v řadě série.

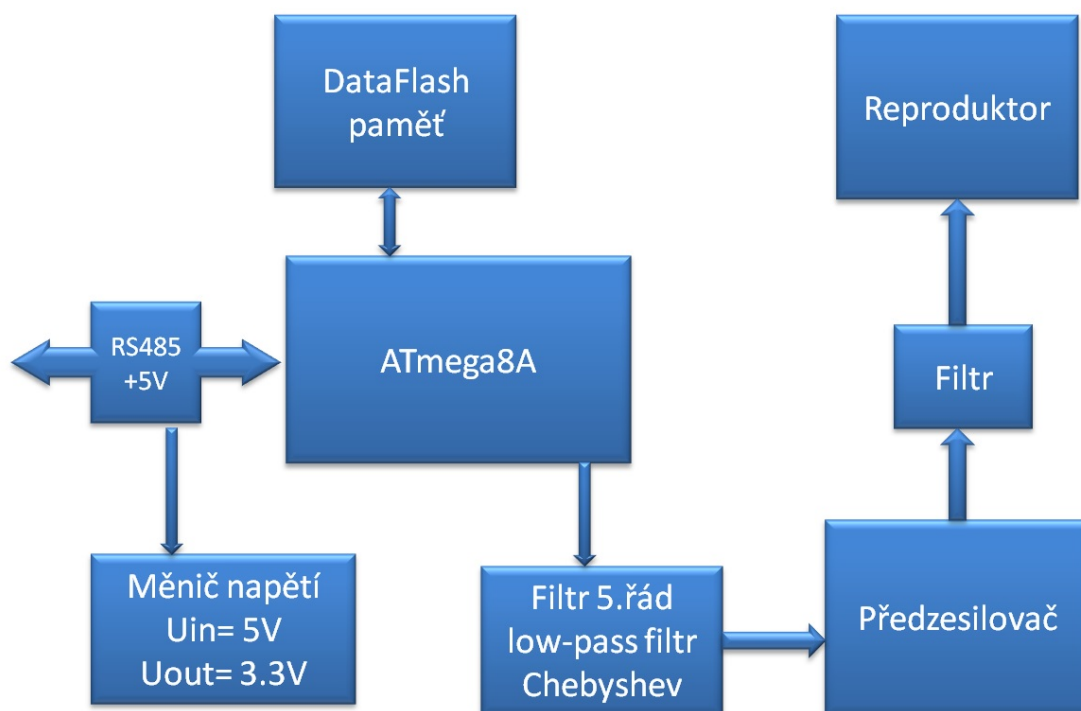
Tento záznam je pomocí mikrokontroléru, zpracován a pomocí PWM (modulační signál) odeslán na jednotlivý pin portu, kde je tento signál přiveden na obvod integrovaného obvodu LM324[8]. Tento obvod se skládá z dolní propusti 5. řádu, filtrem Chebyshev. Obvod obsahuje zapojení pro mikrofon a reproduktor. Zisk na mikrofonu lze řídit pomocí nastavení poměru rezistorů R1/R9. S poměrem ve schématu na obrázku 4.2 je zisk $G = 10$. Lze ho také využít pro zvukový modul, je však nadbytečný. V obvodě je ponecháno připojení na mikrofon, z důvodu využití integrovaného obvodu LM 324 [8]. Pomocí správného navržení PWM, by se mělo dosáhnout kvalitního zvukového efektu. Zvukové efekty jsou uloženy v Dataflash paměti, která obsahuje zvukové záznamy. Po přijetí instrukcí ze sériového přenosu RS485. Mikrokontrolér načte příslušný zvukový záznam z Dataflash paměti, zpracuje a odešle přes port na filtry, kde dojde k nastavení úrovně napětí. Dále je odeslán na předzesilovač, který zesílí signál, a odešle ho na reproduktor. Obr 4.2 pro znázornění zapojení filtru pro PWM signál.



Obr. 4.2: Schéma zapojení 5. řádu dolní propustí Chebyshev s připojením rozhraním pro mikrofon převzato z [8].

4.1 Návrh zapojení

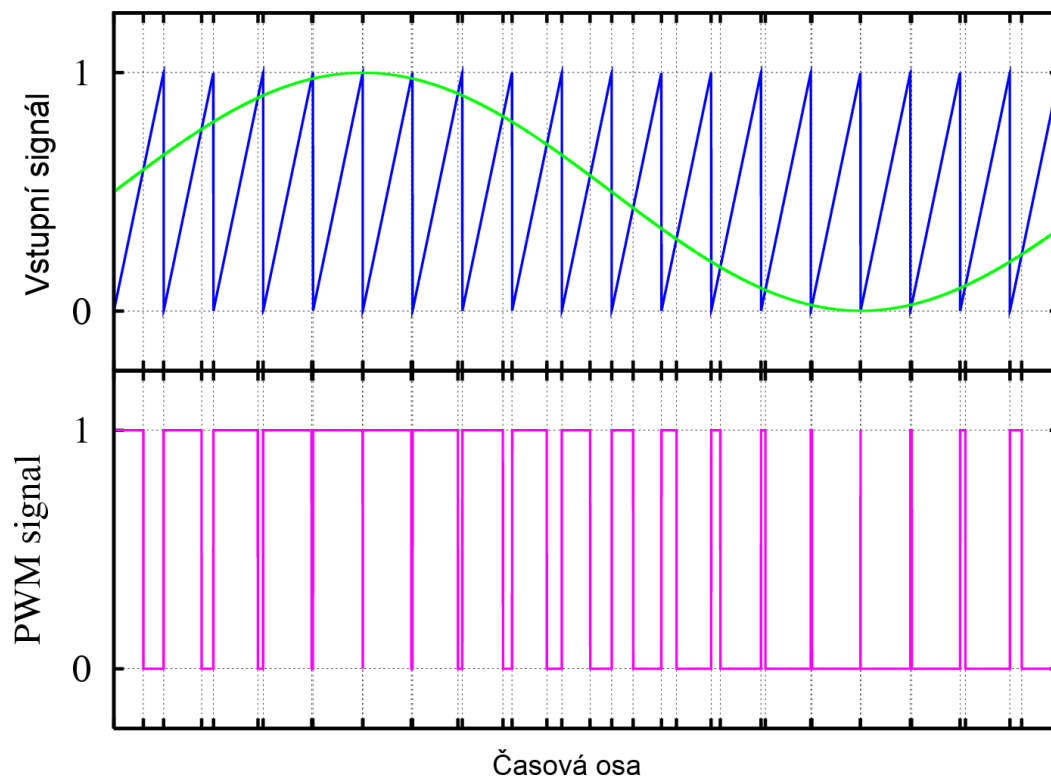
Obvod je složen z ATmega8A [16], který slouží k načítání z DataFlash paměti [8] a následovně odesílání zvukového záznamu na OC1A pin, které se zpracovávají pomocí filtrů dolní propust a poté jsou přivedeny na předzesilovačem TPA2005D. Kde je tento zvukový záznam zesílen na potřebnou úroveň reproduktoru. Blokové schéma zvukového modulu 4.3 pro znázornění procesu generování zvuku.



Obr. 4.3: Blokové schéma zvukového modulu.

4.1.1 Nastavení PWM (Pulzní šířková modulace)

Tato modulace porovnává generovaný pilový průběh se vstupním signálem. Dle obr.4.4, lze pozorovat šířkově modulovaný vstupní signál (zelený průběh nahoře). Okamžitá hodnota vstupního signálu se komparátorem porovnává s okamžitou hodnotou pomocného signálu pilového průběhu (modrý průběh nahoře). Když je hodnota vstupního signálu větší než hodnota signálu pilového, PWM výstup je v aktivním stavu ($\log.1$), v opačném případě v neaktivním ($\log.0$). Výsledné generování PWM signálu je zobrazeno fialovou barvou (viz obrázek 4.4).



Obr. 4.4: Generování PWM signálu(Vstupní signál, generovaný pilový signál, PWM signál).

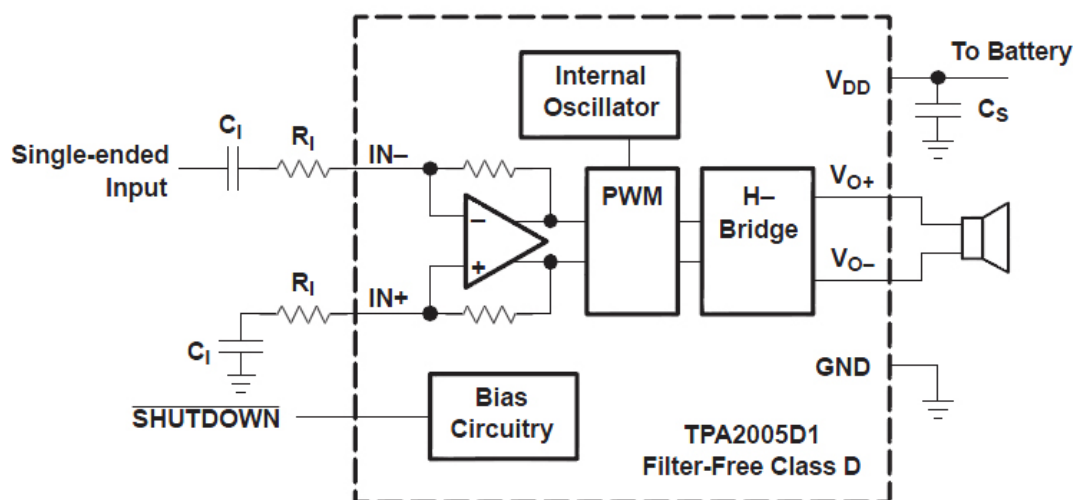
Programová inicializace pro Atmega8A [16] je umístěna v příloze D.1. Obsahuje použité nastavení pro PWM. S parametry Fast PWM, 8-bit, a nastavení potřebného poměru předděličky pro požadovaný PWM signál, kdy byl použit poměr $f_{\text{clk}}/1$.

4.1.2 Záznam zvukových efektu

Pro záznam zvukových efektů je v obvodu umístěná DataFlash paměť AT45DB081D [8]. Tato paměť byla pro použití optimální z hlediska snadno zapojení, spotřebě a paměťovém prostoru. Buffers umožní příjem dat, zatímco stránka v hlavní paměti je přeprogramována. EEPROM emulace (bit or byte alterability) je snadno ovladatelný s možností tří stupňů – čtení-úpravu-zápis provoz. Integrovaný obvod je možno napájet $U_{cc} = 2,7 - 3,6 \text{ V}$, při použití stejného návrhu měniče napětí, který byl použit v návrhu zbraňové jednotky. Má velice malou spotřebu při aktivním čtení $I = 7 \text{ mA}$ a klidovém stavu $I = 25 \mu\text{A}$. Při dlouhodobé záznamu dat na paměť, je odhadována doba výdrže od výrobce 20 let. Těto hodnoty zcela jistě není možnost při pravidelném používání dosáhnout.

4.1.3 Návrh a zapojení předzesilovače

Před výstupem z mikrokontroléru Atmega8A [16] je potřeba zvukový záznam zesílit pomocí předzesilovače. Předzesilovač byl použit TPA2005D [7]. Předzesilovač je 1,4W na 8Ω odpor zátěže s napájením 5V. Je to zesilovač třídy D. Tento zesilovač je určen pro použití do mobilních telefonů. Má rychlé spouštění 9 ms , ideální pro PDA aplikace.



Obr. 4.5: Zapojení předzesilovače třídy D, převzato z [7].

Zapojení předzesilovače bylo navrženo pro systém 5.řádu dolní propusti z Chebysheva zapojení pro PWM signály z Atmega8A. Vstupní rezistory nastavují zesílení zesilovače. Vstupní rezistory byly zvoleny $R = 20 \text{ k}\Omega$, touto hodnotou je zachována daná podmínka $R > 15 \text{ k}\Omega$. Výsledný zisk je v tomto obvodu je $\text{Gain} = 15 \text{ V/V}$.

Shoda obou rezistorů je důležitá pro plně diferenciální zesilovač. Rovnováha výstupu na referenčním napětí závisí na porovnaných poměrech rezistorů. Pomocí CMRR, PSRR, a vyrušením druhé harmonické se zkreslení sníží, pokud se na odporech vyskytne rozdíl. Doporučuje se používat jednaprocentní toleranční rezistory [7] nebo ponechat výkon optimalizován. Umístěním vstupních odporů do blízkosti TPA2005D1 se omezil vkládaný šum na vysoké impedance uzlu. Na výstupu zesilovače je vložen LC členek jako dolní propust, pro potlačení frekvence 27 kHz. Hodnoty LC článku jsou cívky $L = 33\ \mu\text{H}$ a keramické kondenzátory o hodnotě $C = 1\ \mu\text{F}$. Výsledný signál je přiveden na konektory, které jsou přivedeny k reproduktoru.

4.1.4 Reproductory

Při použití reproduktorů jsem zvolil, VISATOR 2915 - K50WP [14]. Tento reproduktor je 2W, o průměru 5cm (2"). Dále je určen pro nepříznivé prostředí, vlhkost a mechanickou odolnost. Široká frekvenční odezva a dobré hlasové ozvučení. Dle rozměru desky zvukového modulu a reproduktoru, bude nutné vytvořit nový kryt pro tento modul. Pro zabezpečení ochrany reproduktoru a modulu reproduktoru.



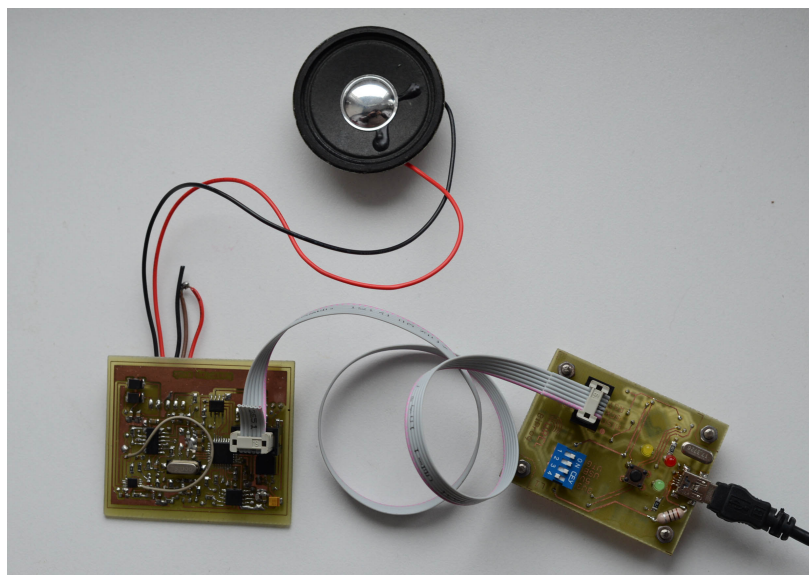
Obr. 4.6: Reproductor K50WP od Visator, převzato z [14].

K 50 WP	Hodnota
Maximální výkon	2 W / 3 W
Impedance	8 ohm / 50 ohm
Frekvenční rozsah	180-17000 Hz
Hladina akustického tlaku	86 dB (1W/1m)
Rezonanční frekvence	300 Hz
Výška polových desek	2 mm
Průměr kmitající cívky	10 mm
Výška vinutí	2,5 mm
Výřez průměru	46 mm
Hmotnost	0,048 kg

Tab. 4.1: Parametry reproduktoru K50WP, převzato z [14].

4.2 Realizovaný zvukový modul

Pro odzkoušení funkčnosti zvukového modulu, byl vytvořen vzorek 4.7. Tento vzorek byl vytvořen dle návrhu z předchozích kapitol. Ve vzorku zvukového modulu není využívána rozhraní na RS485[3], z důvodu složitosti firmware a chybějící zbraňové jednotce, která by komunikovala se zvukovým modulem. Zkušební program je přiložen na CD nosiči v deskách.

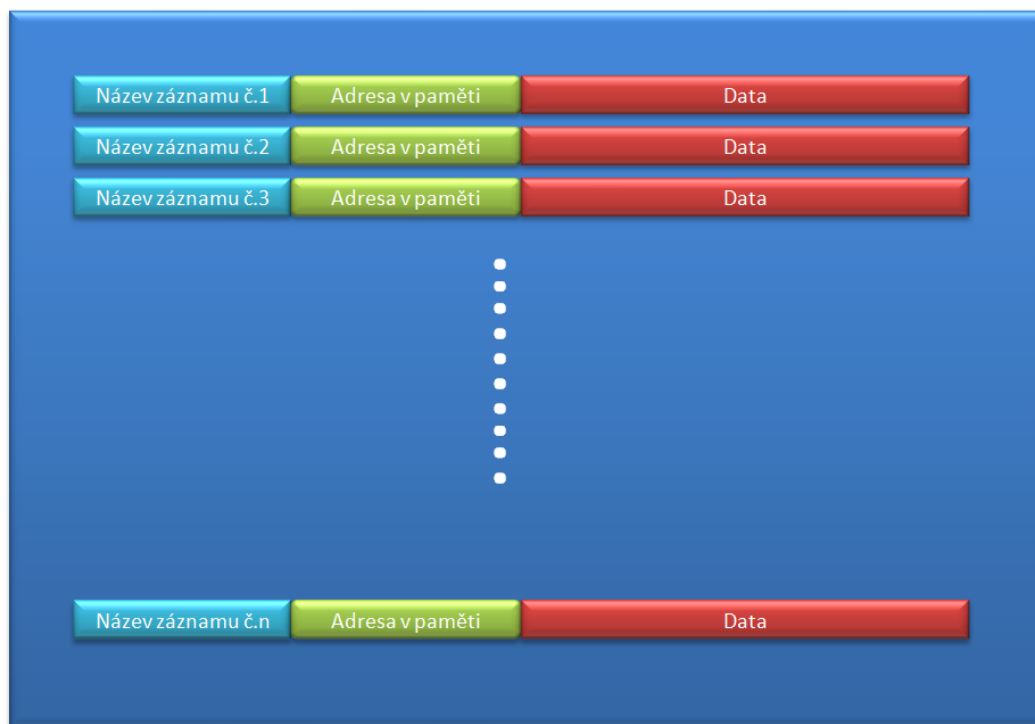


Obr. 4.7: Realizovaný zvukový modul v zapojení.

Program pro inicializaci PWM je uveden v příloze D.1. Potřebné nastavování registrů a portů je uvedeno v zdrojovém kódu. Pro různé druhy formátu zvukových záznamu lze nastavit úpravou předděličkou N , kterou se ovlivňuje kmitočet přenášeného PWM signálu.

$$f_{\text{PWM}} = \frac{f_{\text{clk}} - N}{(255 + 1)} \quad (4.1)$$

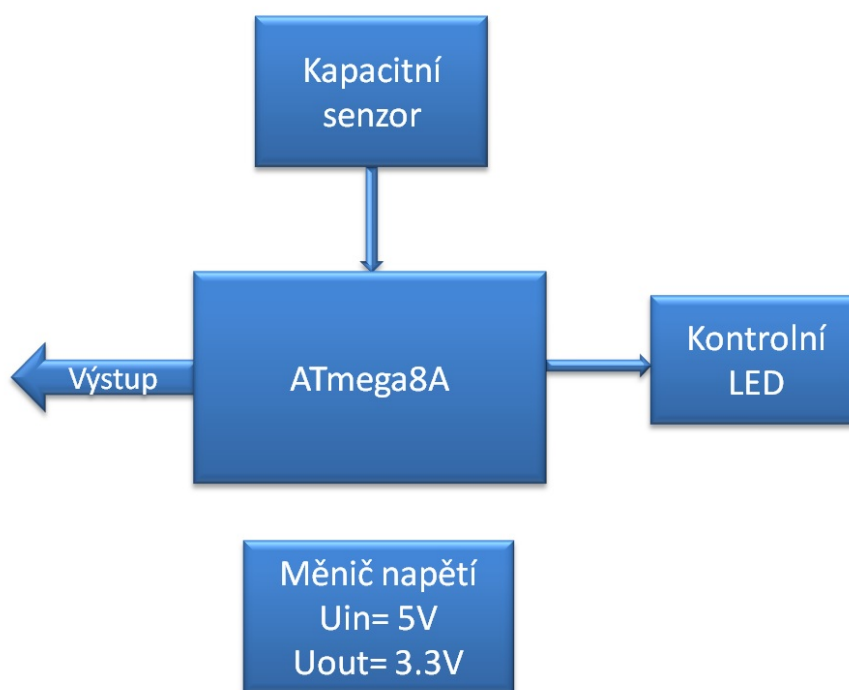
Pro nastavení Dataflash paměti AT45DB081D [8], je navržena dynamická struktura paměti dle obrázku 4.8 s pamětí o velikosti 8 Mbits, která by měla dostačovat pro všechny potřebné zvukové záznamy. V případě potřeby zvětšení paměťové kapacity, lze použít řadě DataFlash paměti AT45DBxxx. Pokud jsou v pouzdře SOIC8, jsou kompatibilní s ostatními v řadě série.



Obr. 4.8: Struktura paměti AT45DB081D.

5 KAPACITNÍ SPÍNAČ

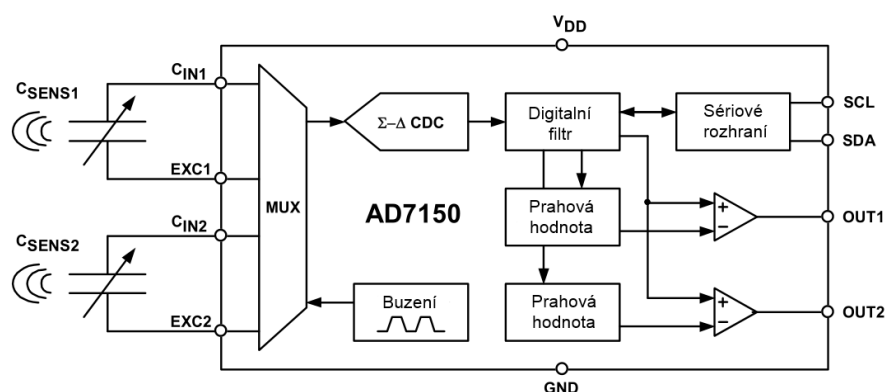
Pro návrh kapacitního snímače, byl zvolen rychlý kapacitní snímač přiblížení AD7150 [15]. Tento snímač má výrobcem definovanou vysokou rychlost odezvy. Tento parametr je pro použití v laserových hrách důležitý, pro správnou funkčnost v laserových hrách bude sloužit tento senzor přiblížení k indikaci držení zbraně v obou rukách. Předchozí kapacitní snímače nevyhovovaly svými parametry. Z důvodu dlouhé odezvy, a komplikovanému použití v obvodech, dosahu senzoru. Do obvodu byli umístěny kontrolní LED diody, pro zjednodušené odzkoušení zařízení. Celý senzor vytvořen, aby byl umístěn ve zbrani. Pro správnou kalibraci a odzkoušení je třeba umístit senzor do obalu zbraňově jednotky, tento obal však nebyl k dispozici. Z tohoto důvodu není možné kapacitní snímač odzkoušet. Pro lepší manipulaci se senzorem přiblížení. Je v obvodu i mikrokontrolér Atmega8A [16]. Mikrokontrolér je připojen k senzoru přiblížení a vyhodnocuje logickými úrovní, zda senzor zaznamená přiblížení. Celý kapacitní snímač je připojen k hlavní zbraňově jednotce. K modulu je přivedeno Napájecí napětí $U_{cc} = 5\text{ V}$ a jeden I/O pin. Senzor přiblížení je přizpůsoben k napájecímu napětí $U_{cc} = 3,3\text{ V}$, z tohoto důvodu obvod obsahuje obvod měnič napětí z $U_{in} = 5\text{ V}$ na $U_{out} = 3,3\text{ V}$.



Obr. 5.1: Blokové schéma kapacitního senzoru

5.1 Senzor přiblížení

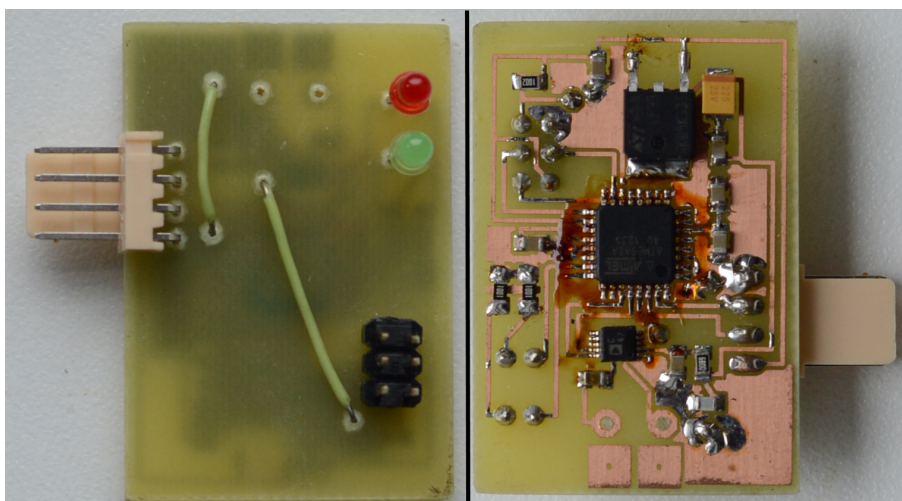
Byl použit senzor AD7150 [15]. Senzor byl vybrán pro velkou rychlost odezvy s velmi nízkou spotřebou konvertoru. Senzor přiblížení AD7150 [15] obsahuje dva senzory přiblížení. V projektu je potřeba pouze jeden senzor, druhý bude nezapojen a nenastaven. AD7150 používá kapacitní Analog Devices na digitální vysílací měnič ($\Sigma\Delta$ CDC) technologie, která kombinuje prvky důležité pro propojení senzorů, jako je vysoká vstupní citlivost a vysoká tolerance z vstupní parazity kapacity zemi a svodový proud. Senzor také obsahuje integrovaný adaptivní algoritmus kompenzující veškeré změny ve snímači kapacity o faktorech vlhkosti, teplotě a změny dielektrických materiálů v čase. Logický obvod má pracovní napětí na $U_{cc} = 3,3V$ a možnost správné funkčnosti v teplotním rozsahu $-40^{\circ}C$ až $+125^{\circ}C$.



Obr. 5.2: Blokové schéma senzoru přiblížení[15]

5.2 Realizovaný kapacitní spínač

Kapacitní spínač byl vytvořen z předchozího návrhu. Obsahuje dvě kontrolní LED diody indikující informace ze senzoru přiblížení. Při sepnutí kapacitního spínače (zaznamenáváno přiblížení – druhé ruky na těle zbraně), se rozsvítí zelené (green) LED dioda. Při nedetekování žádné kapacity svítí červená LED dioda (red). Výsledný signál o informaci z kapacitního spínače je pouze logická úroveň $\log(„1“)$ nebo $\log(„0“)$. Logické úrovně představují napětí na pinu, pro úroveň $\log(„1“)$ je rovno napětí $U_{out} = 5\text{ V}$ a pro $\log(„0“)$ je rovno napětí $U_{out} = 0\text{ V}$. Senzor přiblížení je třeba kalibrovat po umístění na těle zbraně.



Obr. 5.3: Realizovaný kapacitní spínač v zapojení.

6 ZÁVĚR

Cílem práce bylo navrhnout zařízení pro řídicí systém pro laserovou zbraň, navrhnout kompletní zařízení pro zbraňovou jednotu a ostatní moduly. Dílčí části zapojení byly podrobeny ověření dosažených parametrů a to jak ve fázi návrhu, pomocí výpočtu či parametrické analýzy, tak i měření skutečných hodnot. Po dokončení návrhu obvodového řešení byl zhotoven návrh desky plošných spojů. Byl sestaven i program pro jednotlivé moduly, podroben analýze.

Výsledné zařízení nebylo zcela odladěno z důvodu časové náročnosti a problematiky týkající se testovaného zařízení. Vyskytly se problémy v software Atmel Studio, s komplikovaností zprovoznění celého studia pro potřebné zařízení. Také byl dodatečně vyroben programátor pro odzkoušené zařízení zvaný „Biprog“. Nebyl vytvořen kompletní firmware do zvukového a kapacitního spínače. Zvukový modul byl programově vytvořen bez použití dataflash paměti z důvodu nefunkčnosti zkoušeného firmware. Pro kapacitní senzor je nutné odzkoušet zařízení v těle zbraňové jednotky, která doposud nebyla k dispozici. Byl plánován odzkoušet mikrovibrační motorek, nebyl však výrobcem poskytnut. Prodejce výrobku předpokládá dobu dodání do července roku 2013.

Výsledné zhotovené zařízení je nutné nejprve podrobit mnoha zkouškám, zda se nevyskytnou nějaké chyby, až na zmiňované problémy. Pro zhotovení kompletního firmware je nutné se věnovat problematice více času a dokončit stávající firmware. Použitý firmware je na CD nosiči, který obsahuje i kompletní schémata všech zařízení ve vysokém rozlišení.

LITERATURA

- [1] Elektronika: Rychlý kapacitní snímač přiblížení. *PANDATRON*. *Www.pandatron.cz: Elektronika a konstrukce* [online]. [cit. 2012-12-12]. Dostupné z: <http://pandatron.cz/?2662&rychly_kapacitni_snimac_priblizeni>.
- [2] Precision Mikrodrives: Vibration Motors. PRECISION MIKRODRIVES. *Http://www.precisionmicrodrives.com/: Vibration Motors* [online]. United Kingdom, 2008, 2012 [cit. 2012-12-13]. Dostupné z: <<http://www.precisionmicrodrives.com/vibrating-vibrator-vibration-motors>>.
- [3] Teorie a praxe: RS 485 & 422. *http://www.hw.cz/* [online] Praha: HW, 1998. ISSN 1803-6392. Dostupné z: <<http://www.hw.cz/teorie-a-praxe/dokumentace/rs-485-422.html>>.
- [4] BC817; BC817W; BC337. NXP SEMICONDUCTOR. *Www.nxp.com* [online]. NXP B.V., 2009, 17.11.2009 [cit. 2012-12-13]. Dostupné z: <http://www.nxp.com/documents/data_sheet/BC817_BC817W_BC337.pdf>.
- [5] WizFi210/220 User Manual. WIZNET. *Www.wiznet.co.kr* [online]. 1.11. 2011 [cit. 2012-12-13]. Dostupné z: <http://mt-system.ru/sites/default/files/docs/documents/wizfi210-user_manual_en_v1.0.pdf>.
- [6] LM2853. NATIONAL SEMICONDUCTOR. *Www.national.com* [online]. October 2006. 2006, 10/2006 [cit. 2012-12-13]. Dostupné z: <<http://www.farnell.com/datasheets/37182.pdf>>.
- [7] Portable Amplifier - Dynamic Speaker: 1.4-W MONO FILTER-FREE CLASS-D AUDIO POWER AMPLIFIER. TEXAS INSTRUMENTS. In: *Www.ti.com* [online]. 2. vyd. Texas, July 2002, July 2008 [cit. 2012-12-13]. Dostupné z: <<http://www.ti.com/lit/ds/symlink/tpa2005d1.pdf>>.
- [8] Atmel Data Flash: Atmel AT45DB081D. ATMEL CORPORATION. DFLASH. In: 2. vyd. USA, San Jose, 2010, 5/10 [cit. 2012-12-13]. Dostupné z: <<http://www.atmel.com/Images/doc3596.pdf>>.
- [9] Barevné LCD: Breakout Board. SPARKFUN ELECTRONICS. In: *Www.sparkfun.com* Colorado, Boulder, 2011 [cit. 2012-12-13]. Dostupné z: <<https://www.sparkfun.com/products/11062>>.
- [10] Standard antennas: 2.4/5 GH Standalone Antennas. MOLEX. In: *Www.molex.com* USA/KC, 2011, 6.2011 [cit. 2012-12-13]. Dostupné z:

- <http://rhu004.sma-promail.com/SQLImages/kelmscott/Molex/PDF_Images/987650-5892.pdf>.
- [11] 8-bit AVR Microcontroller with 128KBytes In-System Programmable: ATmega128A. ATMEL CORPORATION. In: *Http://www.atmel.com* 2/2011. San Jose, 2011, 2/11 [cit. 2012-12-13]. Dostupné z: <<http://www.atmel.com/Images/doc2467.pdf>>.
 - [12] FRÝZA, T.; ŠEBESTA, J.; FEDRA, Z.; ZELINKA, P. In: *Mikroprocesorová technika a embedded systémy, Počítačová cvičení* Skripta. Brno: VUT v Brně, 2011. s. 1-86. ISBN: 978-80-214-4350- 1.
 - [13] Main Catalogue: HiFi, High End, Kits. VISATON. In: *Www.visaton.com: 2011/2012 Main Catalogue* Haan, 2011, 2011 [cit. 2012-12-13]. Dostupné z: <<http://www.loging.mk/data/TREE/DATA/e-catalog%20Visaton.pdf>>.
 - [14] Differential bus transceivers: SN75LBC176. TEXAS INSTRUMENTS. In: *Www.ti.com* 2000. vyd. Texas, 2008 [cit. 2012-12-13]. Dostupné z: <<http://www.gme.cz/dokumentace/959/959-244/dsh.959-244.1.pdf>>.
 - [15] AD7150. ALLDATASHEET.COM. In: *Http://pdf1.alldatasheet.com* 1. vyd. 2006, 11.2006 [cit. 2013-04-28]. Dostupné z: <<http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/163594/AD/AD7150.html>>.
 - [16] ATmega8A. ATMEL CORPORATION. In: *Http://www.atmel.com* USA, San Jose: Atmel Corporation, 2.2013 [cit. 2013-05-28]. Dostupné z: <http://www.atmel.com/Images/Atmel-8159-8-bit-AVR-microcontroller-ATmega8A_datasheet.pdf>.

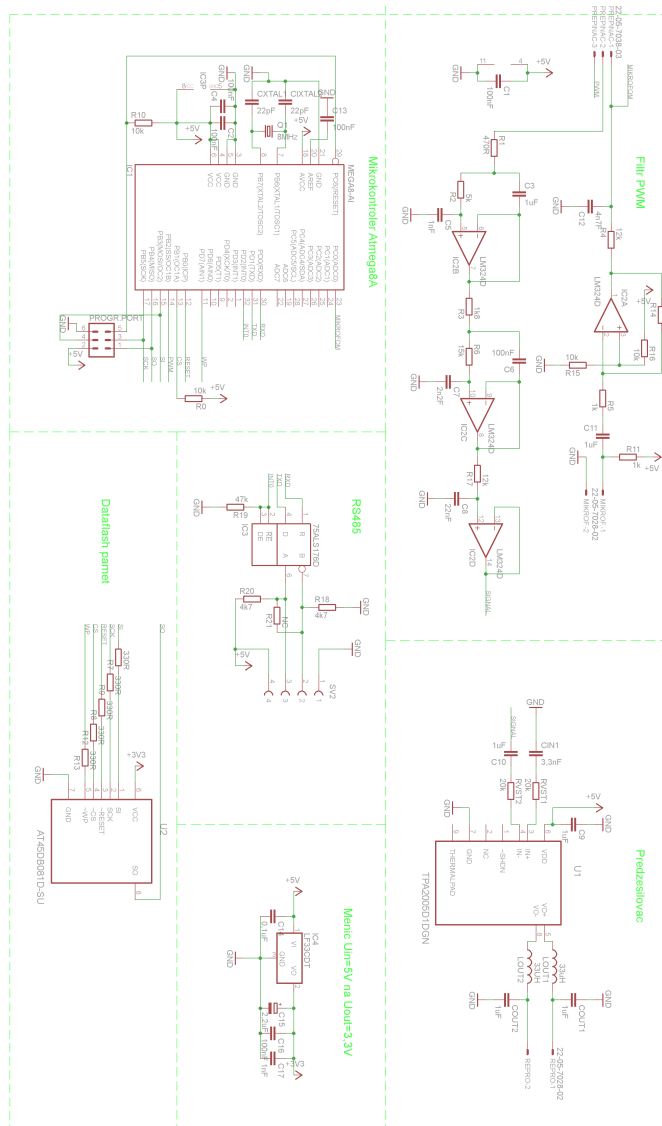
SEZNAM SYMBOLŮ, VELIČIN A ZKRATEK

f_s	vzorkovací kmitočet – sampling frequency
f	Signál v časové oblasti
AP	Přístupový bod – Access point
Wifi	Komunikační standart pro bezdrátový přenos dat – Wireless Fidelity
Gain	Zisk
U_{cc}	Napájecí napětí
I	Proud
U	Napětí
D/A	Analogový převodník digitálního signálu – Digital to Analog
SNR	Odstup signálu od šumu – Signal-Noise Ratio
DC	Činitel plnění signálu – Duty Cycle
SMD	Součástka pro povrchovou montáž – Surface Mounted Device
PWM	Pulzně šířková modulace – Pulse Width Modulation

SEZNAM PŘÍLOH

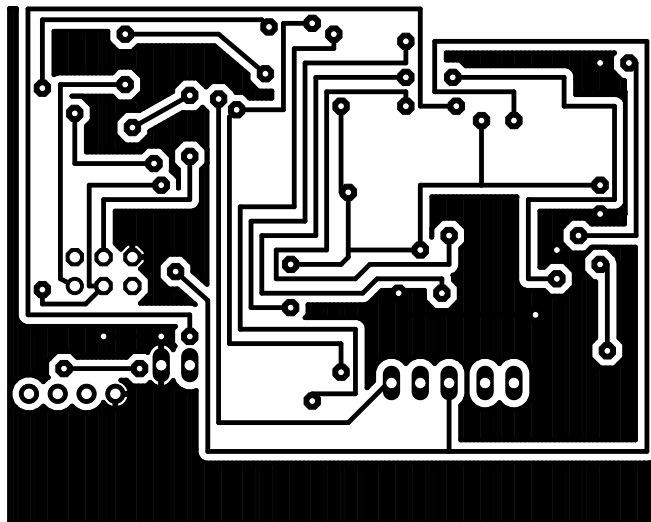
A Příloha	40
A.1 Schéma zvukový modul	40
A.2 Deska plošného spoje zvukový modul - bottom	41
A.3 Deska plošného spoje zvukový modul - top	41
A.4 Deska plošného spoje osazení součástek	42
B Příloha	43
B.1 Schéma kapacitní spínač	43
B.2 Deska plošného spoje kapacitní spínač	44
B.3 Deska plošného spoje osazení součástek	44
C Příloha	45
C.1 Schéma zbraňové jednotky	45
D Příloha	46
D.1 Nastavení PWM program Atmel Studio	46
D.2 Seznam součástek	47

A.1 Schéma zvukový modul



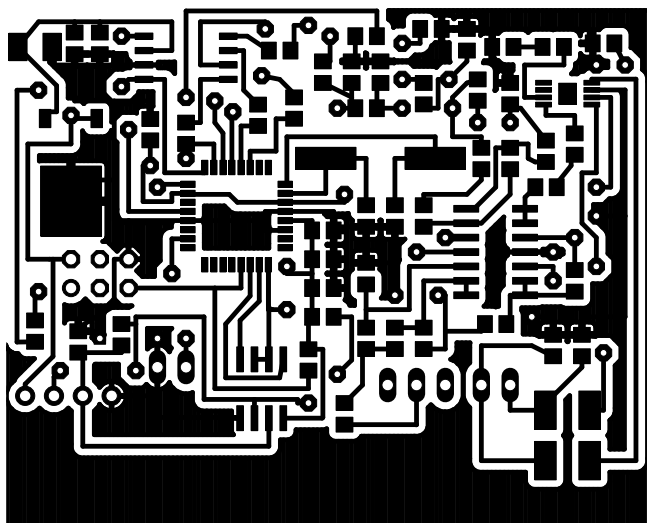
Obr. A.1: Schématické zapojení zvukového modulu

A.2 Deska plošného spoje zvukový modul - bot- tom



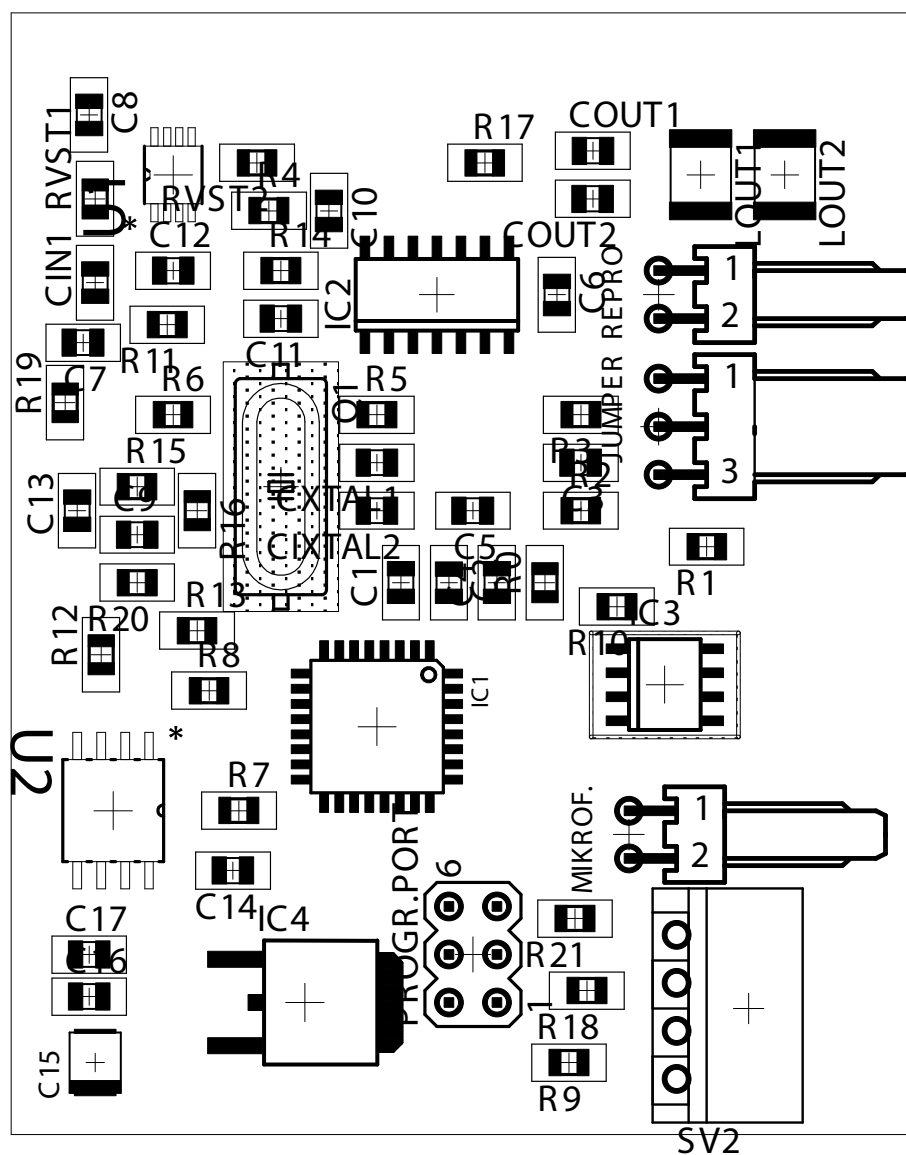
Obr. A.2: Rozměr desky 62 x 53 [mm], Měřítko M=1.5:1

A.3 Deska plošného spoje zvukový modul - top



Obr. A.3: Rozměr desky 62 x 53 [mm], Měřítko M=1.5:1

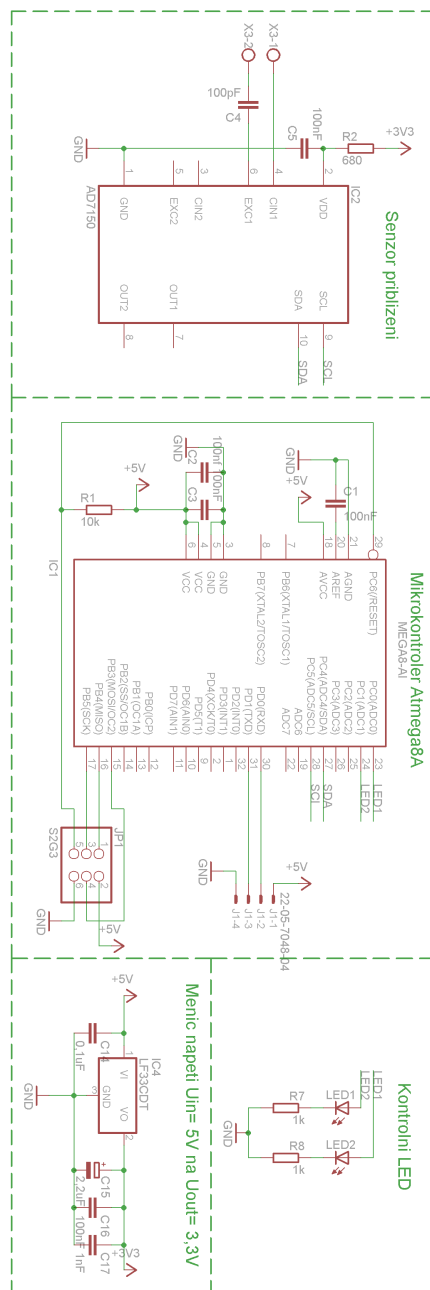
A.4 Deska plošného spoje osazení součástek



Obr. A.4: Zvukový modul osazení, měřítko M=2.5:1

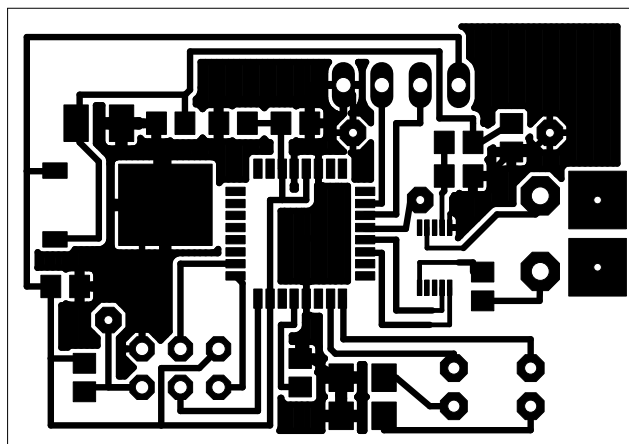
B PŘÍLOHA

B.1 Schéma kapacitní spínač



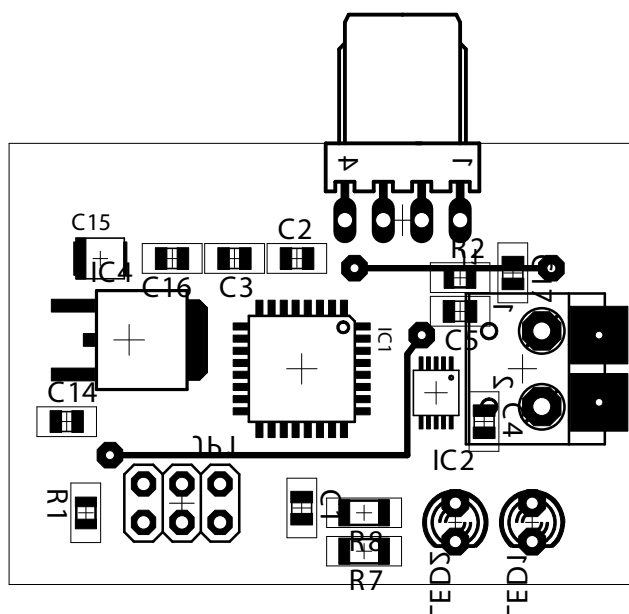
Obr. B.1: Schématické zapojení kapacitního spínače

B.2 Deska plošného spoje kapacitní spínač



Obr. B.2: Rozměr desky 42 x 29 [mm], měřítko M=2:1

B.3 Deska plošného spoje osazení součástek



Obr. B.3: Kapacitní spínač osazení, měřítko M=2:1

D PŘÍLOHA

D.1 Nastavení PWM program Atmel Studio

```
1 void pwm_init(void)
2 {
3     // pin OC1B je výstupní
4     // Fast PWM, 8bit
5     /*
6     * Fast PWM, 8bit
7     * Předdělička (Prescaler) : clk/1 = 8MHz
8     * PWM frequency = 8MHz / (255 + 1) = 31.25kHz
9     */
10    DDRB = _BV(PB2);                // Nastavení ...
        výstupního pinu
11    TCCR1A = _BV(COM1B1) | _BV(WGM10);    // Nastavení ...
        pinu pro fast PWM, 8-bit
12    TCCR1B = _BV(WGM12) | _BV(CS10);    // Nastavení ...
        pinu pro fast PWM, 8-bit, nastavení předděličky clk/8
13    OCR1B = 0;                        /* set initial ...
        duty cycle to zero */
14
15    /* nastavení Timer0 */
16    TCCR0 |= (1 << CS00);
17    TCNT0 = 0;
18    TIMSK |= (1 << TOIE0);
19    sample_count = 4;                // délka vzorku
20    sei();                            //povolení přerušování
21 }
```

Obr. D.1: Inicializace PWM

D.2 Seznam součástek

Tab. D.1: Seznam součástek zbraňová deska

Označení	Hodnota	Pouzdro	Popis
BC807	PNP	SOT23-BEC	Transistor BC807
C_0	150 μ F	UD-6,3X7,7 NICHICON	Elektrolytický kondenzátor SMD
C_4	27 pF	C0603	Keramický kondenzátor SMD
C_5	27 pF	C0603	Keramický kondenzátor SMD
C_6	100 nF	C1206	Keramický kondenzátor SMD
C_7	100 nF	C1206	Keramický kondenzátor SMD
C_{in}	22 μ F	C1206	Keramický kondenzátor SMD
C_{ss}	1 nF	C0603	Keramický kondenzátor SMD
IC_1	MEGA128-A	TQFP64	Mikrokontrolér
IC_2	75ALS176D	SO-08	RS485
JP_2		JP3Q	Jumper
JP_3		JP6Q	Jumper
C_{ss}	1 nF	JP6Q	Jumper
LED_1		LED0603	Led dioda
LED_2		LED0603	Led dioda
LED_3		LED0603	Led dioda
LED_4		LED0603	Led dioda
LED_5		LED0603	Led dioda
LED_6		LED0603	Led dioda
LED_7		LED0603	Led dioda
LED_8		LED0603	Led dioda
MOD0		JPQ	Jumper
MOD1		JPQ	Jumper
MOD2		JPQ	Jumper
MOD3		JPQ	Jumper
PREPINAC1	219-02	R0805	Switch
PREPINAC2	219-02	R0805	Switch
Q_1	16MHz	HC49UP	Krystal
R_4	10k	R0805	Rezistor
R_5	1k	R0805	Rezistor
R_6	10k	R0805	Rezistor

Tab. D.2: Seznam součástek zbraňová deska

R_7	10k	R0805	Rezistor
R_8	1k	R0805	Rezistor
R_9	1k	R0805	Rezistor
R_{10}	1k	R0805	Rezistor
R_{11}	1k	R0805	Rezistor
R_{12}	1k	R0805	Rezistor
R_{13}	10k	R0805	Rezistor
R_{14}	10k	R0805	Rezistor
R_{15}	10k	R0805	Rezistor
R_{18}	4k7	R0805	Rezistor
R_{19}	47k	R0805	Rezistor
R_{20}	4k7	R0805	Rezistor
S_1		DTSM-3	Switch
S_2		DTSM-3	Switch
SV_2		SPOX4	konektor
U_1		WIZFI220	Wifi modul
U_2	33uF	DTSM-3	Cívka
U_3		SOP65P640X110-15N	StepDown 3.3V(LM2853MH)

Tab. D.3: Seznam součástek zvukový modul

C_1	100nF	C0805	Keramický kondenzátor SMD
C_2	100nF	C0805	Keramický kondenzátor SMD
C_3	1uF	C0805	Keramický kondenzátor SMD
C_4	100nF	C0805	Keramický kondenzátor SMD
C_5	1nF	C0805	Keramický kondenzátor SMD
C_6	100nF	C0805	Keramický kondenzátor SMD
C_7	2n2F	C0805	Keramický kondenzátor SMD
C_8	22nF	C0805	Keramický kondenzátor SMD
C_9	1uF	C0805	Keramický kondenzátor SMD
C_{10}	1uF	C0805	Keramický kondenzátor SMD
C_{11}	1uF	C0805	Keramický kondenzátor SMD
C_{12}	4n7F	C0805	Keramický kondenzátor SMD

Tab. D.4: Seznam součástek zvukový modul

C_{13}	100nF	C0805	Keramický kondenzátor SMD
C_{14}	0,1nF	C0805	Keramický kondenzátor SMD
C_{15}	2,2nF	C0805	Keramický kondenzátor SMD
C_{16}	100nF	C0805	Keramický kondenzátor SMD
C_{17}	1nF	C0805	Keramický kondenzátor SMD
C_{in1}	3,3nF	C0805	Keramický kondenzátor SMD
C_{xtal1}	22pF	C0805	Keramický kondenzátor SMD
C_{out1}	1uF	C0805	Keramický kondenzátor SMD
C_{out2}	1uF	C0805	Keramický kondenzátor SMD
C_{xtal1}	22pF	C0805	Keramický kondenzátor SMD
IC_1		TQFP32-08	MEGA8-AI
IC_2		SO14	LM324D
IC_3		SO-08	75ALS176D
IC_4		TO252	LF33CDT
JUMPER		7395-03	konektory molex
L_{out1}		L1812	Civka
L_{out2}		L1812	Civka
Mikro		7395-02	konektory molex
PROGR.PORT		MA03-2	konektor LSTB
Q_1		HC49UP	Krystal
R_0	10k	R0805	Rezistor
R_1	470R	R0805	Rezistor
R_2	5k	R0805	Rezistor
R_3	1k8	R0805	Rezistor
R_4	12k	R0805	Rezistor
R_5	1k	R0805	Rezistor
R_6	15k	R0805	Rezistor
R_7	330R	R0805	Rezistor
R_8	330R	R0805	Rezistor
R_9	330R	R0805	Rezistor
R_{10}	10k	R0805	Rezistor
R_{11}	1k	R0805	Rezistor
R_{12}	330R	R0805	Rezistor
R_{13}	330R	R0805	Rezistor
R_{14}	10k	R0805	Rezistor
R_{15}	10k	R0805	Rezistor
R_{16}	10k	R0805	Rezistor
R_{17}	12k	R0805	Rezistor
R_{18}	4k7	R0805	Rezistor
R_{19}	47k	R0805	Rezistor
R_{20}	4k7	R0805 49	Rezistor
R_{21}	NC	R0805	Rezistor

Tab. D.5: Seznam součástek zvukový modul

R_{VST1}	20k	R0805	Rezistor
R_{VST2}	20k	R0805	Rezistor
$REPRO_0$		7395-02	konektory molex
SV_2		SPOX4	konektor
U_1		SOP65P488X107-9N	TPA2005D1DGN
U_2		SOIC127P798X216-8N	AT45DB081D

Tab. D.6: Seznam součástek Kapacitní spínač

C_1	100nF	C0805	Keramický kondenzátor SMD
C_2	100nF	C0805	Keramický kondenzátor SMD
C_3	100nF	C0805	Keramický kondenzátor SMD
C_4	100pF	C0805	Keramický kondenzátor SMD
C_5	100nF	C0805	Keramický kondenzátor SMD
C_{14}	0,1uF	C0805	Keramický kondenzátor SMD
C_{15}	2,2uF	C0805	Keramický kondenzátor SMD
C_{16}	100nF	C0805	Keramický kondenzátor SMD
C_{17}	1nF	C0805	Keramický kondenzátor SMD
IC_1		TQFP32-08	MEGA8-AI
IC_2		MSOP10	AD7150
IC_4		TO252	LF33CDT
R_1	10k	R0805	Rezistor
R_2	608R	R0805	Rezistor
R_7	1k	R0805	Rezistor
R_8	1k	R0805	Rezistor
LED_1		LED0603	Led dioda
LED_2		LED0603	Led dioda
J_1		7395-04	Konektory molex
JP_1		2x03	Pinhead
X_3		W237-102	Konektor wago 500